

Reinhold Kerbl, Karl Reiter, Lucas Wessel

Referenz Pädiatrie

Gernot Grangl, Andreas Gamillscheg

Echokardiografie

Gernot Grangl, Andreas Gamillscheg

Steckbrief

Die transthorakale Echokardiografie (TTE) ist das am häufigsten verwendete, in Echtzeit durchgeführte und kosteneffizienteste bildgebende Verfahren in der pädiatrischen Kardiologie. Die TTE bietet umfangreiche hämodynamische und morphologische Informationen, sodass sie in den meisten Fällen als definitive und konklusive Untersuchung zur Entscheidungsfindung für therapeutische Verfahren herangezogen wird.

Synonyme

- Echo
- USKG (Ultraschallkardiogramm)
- Herzschall

Keywords

- Echo
- Systolikum
- TTE
- TEE (transösophageale Echokardiografie)

Definition

Die Echokardiografie ist eine bildgebende Methode zur Darstellung von strukturellen und funktionellen Erkrankungen des Herzens mittels Ultraschalls.

Einordnung der Methode im Vergleich zu weiteren Methoden

- Bei vielen morphologischen und funktionellen Erkrankungen des Herzens ist die Ultraschalluntersuchung die wichtigste Untersuchungsmethode.
- Sie ist nicht strahlenbelastend, kosteneffizient und jederzeit verfügbar bzw. reproduzierbar.
- Mit dem Einsatz der zweidimensionalen Echokardiografie, der Farb-Doppler-Sonografie, der Doppler-Sonografie sowie der M-Mode-Technik bis hin zur 3D-Echokardiografie ist in den überwiegenden Fällen eine exakte kardiologische Diagnose zu stellen.
- Die Untersuchung wird transthorakal (TTE) oder bei speziellen Fragestellungen transösophageal (TEE) durchgeführt.

Indikationen

- Vor jeder echokardiografischen Untersuchung sollte die Indikationsstellung überprüft werden. Keinesfalls ist die Echokardiografie eine generelle Screeninguntersuchung für kardiovaskuläre Erkrankungen jeglicher Art.

Folgende Indikationen der Evidenzklasse I zur Durchführung einer Echokardiografie sollten altersspezifisch berücksichtigt werden [1] [2]:

- Neugeborenenalter:
  - Zyanose, Atemnot, Herzinsuffizienz, abnormer Pulsstatus
  - Chromosomenanomalien und relevante extrakardiale Fehlbildungen mit hohem Risiko einer assoziierten kardiovaskulären Pathologie
  - schlechter kardiopulmonaler Status bei Frühgeborenen mit klinischer Diagnose einer pulmonalen Pathologie
  - lautes oder atypisches Herzgeräusch bzw. andere abnorme klinische kardiovaskuläre Befunde
  - Fehlbildungssyndrome mit assoziierter kardiovaskulärer Pathologie mit dominantem Erbgang bzw. mehreren betroffenen Familienmitgliedern (Marfan-Syndrom, Ehlers-Danlos-Syndrom etc.), meist wiederholte Untersuchungen erforderlich
  - nicht kardiale Fehlbildungen bzw. Fehlbildungssyndrome mit möglicher assoziierter kardiovaskulärer Pathologie, mit oder ohne klinische Auffälligkeiten, vor dringlichen Therapieentscheidungen (z.B. Ösophagusatresie, Vena-Galeni-Malformation)
  - Kardiomegalie im Thorax-Röntgen
  - Dextrokardie, abnormaler pulmonaler oder viszeraler Situs (Klinik, EKG, Sonografie, Röntgen)
  - Arrhythmien oder sonstige auffällige EKG-Befunde mit Verdacht auf kardiovaskuläre Pathologie
  - Reevaluierung nach An- oder Absetzen einer pharmakologischen Therapie bei pulmonalhypertensiver Gefäßerkrankung
  - Reevaluierung zu Beginn oder nach Beendigung einer extrakorporalen Kreislaufunterstützung (Ventrikelfunktion, Thromben)
  - Hydrops fetalis
  - Verlaufskontrolle nach pharmakologischem oder chirurgischem Verschluss eines offenen Ductus arteriosus Botalli
- Säuglings-, Kleinkind-, Schul- und Jugendalter:
  - strukturelle Herzerkrankungen:
    - atypisches oder pathologisches Herzgeräusch bzw. andere auffällig klinische kardiovaskuläre Befunde
    - Kardiomegalie im Thorax-Röntgen
    - Dextrokardie, abnormaler pulmonaler oder viszeraler Situs (Klinik, EKG, Sonografie, Röntgen)
    - Indikationsstellung für eine pharmakologische, interventionelle oder chirurgische Therapie bei bekannter kardiovaskulärer Anomalie
    - Veränderung eines klinischen Befunds bei bekannter kardiovaskulärer Anomalie
    - Fehlbildungssyndrome mit assoziierter kardiovaskulärer Pathologie mit dominantem Erbgang bzw. mehreren betroffenen Familienmitgliedern (Marfan-Syndrom, Ehlers-Danlos-Syndrom), meist wiederholte Untersuchungen erforderlich
    - Patienten mit positiver Familienanamnese bezüglich genetischer myokardialer Erkrankungen, z.B. Kardiomyopathien (mit oder ohne auffälligen klinischen Befund), meist wiederholte Untersuchungen erforderlich
    - Erst- und Verlaufsuntersuchungen bei neuromuskulären Erkrankungen mit möglicher kardiovaskulärer Pathologie (Muskeldystrophien Duchenne und

Becker, kongenitale Myopathien etc.)
    - belastungsinduzierte Thoraxschmerzen oder Synkopen
  - Herzrhythmusstörungen:
    - Herzrhythmusstörungen mit auffälligem klinischem kardiovaskulärem Befund
    - Herzrhythmusstörungen mit positiver Familienanamnese bezüglich genetischer kardiovaskulärer Erkrankungen wie tuberöse Sklerose, hypertrophe Kardiomyopathie etc.
    - kompletter AV-Block oder höhergradiger AV-Block II°
    - therapiebedürftige Herzrhythmusstörungen (pharmakologisch oder interventionell)
  - erworbene Herzerkrankungen:
    - Erst- und Verlaufsuntersuchungen bei allen Patienten mit mukokutanem Lymphknotensyndrom Kawasaki, Myoperikarditis, HIV-Infektion oder rheumatischem Fieber (auch bei Verdacht)
    - nach Herztransplantation zum Monitoring akuter und chronischer Abstoßungsreaktionen, Thrombenbildung, Graft-Wachstum
    - Erst- und Verlaufsuntersuchungen bei kardiotoxischer Chemotherapie
    - klinische Evidenz für eine myokardiale Erkrankung
    - schwere Nierenerkrankungen
    - arterielle Hypertension
    - Organspender für Herztransplantationen
  - kardiopulmonale Erkrankungen:
    - alle Patienten mit klinischem Verdacht auf pulmonal-hypertensive Gefäßerkrankung
    - Reevaluierung nach chirurgischen oder pharmakologischen Interventionen bei pulmonalhypertensiver Gefäßerkrankung
    - Reevaluierung während Beendigung der extrakorporalen Kreislaufunterstützung
  - thromboembolische und Tumorerkrankungen:
    - jedes thromboembolische Ereignis im Kindes- und Jugendalter
    - Erstdiagnose oder positive Familienanamnese einer tuberösen Sklerose
    - Sepsis, Zyanose, Herzinsuffizienz bei vaskulären Kathetern
    - systemische Embolie oder akute arterielle Hypertension bei Patienten mit Rechts-links-Shunt und liegendem intravaskulären Katheter
    - Vena-cava-superior-Syndrom bei zentralvenösem Katheter
- Bei eingeschränkten Untersuchungsbedingungen transthorakal oder bei speziellen Fragestellungen kann eine echokardiografische Untersuchung auch transösophageal durchgeführt werden, um zusätzliche Befunde und Informationen zu erhalten.
  - Allerdings ist bei Kindern dafür eine Sedierung notwendig.
  - Aufgrund der verfügbaren kleinen Ultraschallsonden ist diese Untersuchung schon ab einem Körpergewicht von ca. 2 kg (Neugeborenenalter) möglich.
  - Indikationen hierfür sind:
    - angeborene oder erworbene Herzerkrankungen, wenn wesentliche Informationen durch die transthorakale Untersuchung nicht verfügbar sind
    - während kardiochirurgischer Eingriffe und interventioneller Herzkatheteruntersuchungen (Einbringen von Implantaten)
    - Verdacht auf Thrombose oder Vegetationen bei künstlichen Herzklappen und kardiovaskulären Devices

    - alle Patienten mit Verdacht auf Endokarditis und inadäquatem transthorakalem Schallfenster
    - Patienten nach klassischer Fontan-Operation zur Identifikation atrialer Thromben, nach Mustard- oder Senning-Operation mit Hinweisen auf eine mögliche Stenose und Leckage

Aufklärung und spezielle Risiken

- Der Ablauf der Echokardiografie sollte dem Patienten bzw. der Begleitperson erklärt werden, spezielle Risiken bezüglich der TTE bestehen nicht.
- Bei der transösophagealen Echokardiografie (TEE) ist eine gesonderte Aufklärung über den Untersuchungsvorgang und die notwendige Sedierung erforderlich.

Anästhesie

- Bei agitierten Kleinkindern und zeitnah notwendiger exakter Diagnosestellung durch eine echokardiografische Untersuchung kann (selten) eine Sedierung notwendig sein.
- Für Untersuchungen in Sedierung muss ein schriftliches Protokoll mit Dokumentation der Art des Sedativums, dessen adäquater Dosierung, des Monitorings und über die Nachbeobachtung vorliegen.
- Eine TEE wird bei nüchternen Patienten zumeist in Lokalanästhesie des Rachens und bei Bedarf in kurzer Sedierung durchgeführt; TEE-Untersuchungen intraoperativ oder intrainterventionell finden routinemäßig in Sedierung statt.

Personal, Material und Einstelltechnik

- Die Ausstattung eines pädiatrischen Echokardiografie-Laboratoriums muss die sichere, effektive und diagnostisch gründliche Durchführung der Untersuchungen bei Kindern und Jugendlichen und bei erwachsenen Patienten mit angeborenen Herzfehlern sowie im Rahmen der kardiologischen fetalen Pränataldiagnostik ermöglichen.
- Als Ultraschallsystem wird im Folgenden ein Gerät zur Ultraschalldiagnostik definiert, das aus Gerätekonsole, Monitor, Schallköpfen und Dokumentationseinrichtung besteht.
    - Die Mindestvoraussetzungen an das Ultraschallsystem umfassen eine für das gesamte Patientenkollektiv geeignete, zeitgemäße Hard- und Software zur Darstellung und Archivierung der 2D-Echokardiografie, M-Mode-, Farb-Doppler- und Spektral-Doppler-Modalitäten.
    - Neuere Ultraschallsysteme sind auch mit Technologien wie Tissue-Doppler-Imaging, 2D-Speckle-Tracking/Strainanalyse sowie Real-Time-3D-Echokardiografie ausgestattet.
- Wegen der unterschiedlichen Körpergröße der Patienten sind elektronische Sektor-Schallköpfe mit Sendefrequenzen von 2–5 MHz erforderlich; für Säuglinge, Neu- und Frühgeborene auch bis 12MHz.
- Bei der TEE ist infolge der meist notwendigen Sedierung eine Monitorisierung (Pulsoxymetrie, EKG) sowie eine Ausrüstung für eine endotracheale Absaugung Voraussetzung.
- Für eine vollständige echokardiografische Untersuchung bei Kindern und Jugendlichen wird ein Zeitaufwand von durchschnittlich 45–60min anberaumt, für komplexere Fragestellungen zusätzliche 15–30min, für unkomplizierte oder fokussierte Untersuchungen 15–45min.

Vorbereitung

- bei TEE:
    - Nüchternheit
    - Monitorisierung bei Sedierung (Pulsoxymetrie, EKG)
    - Kontrolle der Ausrüstung für endotracheale Absaugung bei Erbrechen
    - nach Untersuchung Überwachung bis zum vollständigen Erwachen

Durchführung

- 2D-Echo: tomografische Bilder vorwiegend in 6 Hauptschnitten:
  - parasternale lange Achse
  - parasternale kurze Achse auf Höhe der Herzbasis
  - parasternale kurze Achse auf Höhe der Papillarmuskeln
  - apikaler Vierkammerblick
  - subkostaler Vierkammerblick
  - suprasternale lange Achse mit Augenmerk auf den Aortenisthmusbereich
- Farb-Doppler-Sonografie: Lokalisation und Diagnostik von Septumdefekten, pathologische Gefäße, Klappenstenosen und -insuffizienzen
- gepulster (PW-)Doppler: laminäre und turbulente Strömungen sowie Stromrichtung
- kontinuierlicher (CW-)Doppler: Druckgradienten, Stenosen und Insuffizienzen
  - Aus der Strömungsgeschwindigkeit (Strg) über einer Stenose kann auf den Druckgradient (DG) rückgeschlossen werden (modifizierte Bernoulli-Gleichung: DG [mmHg] = $4 \times \text{Strg}^2$); wird von modernen Ultraschallgeräten automatisch berechnet.
  - Beachte: Eine Flussgeschwindigkeit >2 m/s deutet auf eine Stenose hin.
- M-Mode: Beurteilung der Beweglichkeit der linksventrikulären und rechtsventrikulären Strukturen sowie Beurteilung der Herzklappenbewegung

Mögliche Komplikationen

- Komplikationen ausgelöst durch eine TTE sind nicht bekannt, bei Frühgeborenen, Neugeborenen und Säuglingen, insbesondere bei hämodynamischer Beeinträchtigung, muss die Ultraschallsonde behutsam auf den Thorax aufgesetzt werden.
- Echokardiografie-Ultraschallsysteme sind in der Regel nicht MRT-tauglich und können die Patientensicherheit in der MRT gefährden.

Komplikationen während der Durchführung

- Bei einer TEE besteht potenziell die Gefahr einer Verletzung des Mund-Rachen-Raums sowie der Speiseröhre und des Magens durch die Einführung der Ultraschallsonde; dies ist jedoch selten und in den meisten Fällen mild.
- Durch eine Vagusreizung können Herzrhythmusstörungen auftreten, diese können jedoch durch schnelle medizinische Versorgung behoben werden.
- Im Rahmen der Sedierung liegt bei nicht nüchternen Patienten das Risiko des Erbrechens mit einer Aspiration vor. Durch die notwendige Sedierung kann es zu einer Apnoe kommen.
- Bei guter Vorbereitung (Nüchternheit, Sedierung) und behutsamen Einführen der Ultraschallsonde können Verletzungsrisiken minimiert werden.
  - Eine entsprechende Monitorisierung (Pulsoxymetrie, EKG) während und nach der Untersuchung bis zum vollständigen Erwachen ist obligatorisch.
  - Die Möglichkeit einer endotrachealen Absaugung muss vorhanden sein.

Literatur

Quellenangaben

- [1] Cheitlin MD, Armstrong WF, Aurigemma GP et al. ACC/AHA/ASE 2003 Guideline Update for the Clinical Application of Echocardiography: Summary Article. Circulation 2003; 108: 1146–1162
- [2] Fritz M, Gitter R, Nagel B et al. Transthorakale Echokardiografie bei Kindern und Jugendlichen – Empfehlungen und Qualitätsstandards in Österreich. Version 2/2013.

Quelle:

Grangl G, Gamillscheg A. Echokardiografie. In: Kerbl R, Reiter K, Wessel L, Hrsg. Referenz Pädiatrie. Version 1.0. Stuttgart: Thieme; 2024.

Shortlink: https://eref.thieme.de/11P8DYI4